



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



# **RECURSOS PARA LOCALIZAÇÃO DE UNIDADES MÓVEIS EM TRÂNSITO RELACIONADO COM ATIVIDADES INDUSTRIAIS SOB COBERTURA DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL**

**José Walter Parquet Bizarria**  
jwpbiz@gmail.com  
UNITAU

**Francisco Carlos Parquet Bizarria**  
fcpbiz@gmail.com  
UNITAU

**Maurício Boruchowski**  
boruchowski@yahoo.com.br  
UNITAU

**Mateus Silva Salgado**  
mateusalgado@outlook.com  
UNITAU

**Resumo:** Os elementos relacionados aos segmentos da automação pertinentes a utilização de informações do Global Positioning System (GPS, Sistema de Posicionamento Global -SPG) estão atualmente em voga, haja vista aplicações voltadas para setores como: controle de acessos de veículos; expedição, recebimento, movimentação e armazenamento de materiais e produtos; abastecimento de linhas de produção; transporte de seres vivos; manutenção de veículos. Dentre essas aplicações há aquelas que empregam recursos para localização de veículos automotores e seres vivos (unidades móveis) na abrangência de áreas territoriais relacionadas a unidades industriais, tanto para o desenvolvimento de produtos, quanto para a integração em produtos existentes. Nesse sentido a abordagem realizada neste trabalho permitiu expor recursos para a localização de unidades móveis, relativas ao contexto citado anteriormente, explorando-se a aplicação dos elementos de um modelo para delimitação e identificação de áreas geográficas em superfícies esféricas centralizadas, num determinado sistema para localização de unidades móveis em trânsito relacionado com atividades industriais. Os testes práticos validaram os

princípios de funcionamento dos elementos que compõem a base das funcionalidades proporcionadas pelo mencionado sistema para localização de unidade móveis, haja vista os resultados satisfatórios obtidos nesses testes. Os objetivos propostos foram atingidos, tendo em vista a abordagem realizada e os resultados dos testes práticos, que permitem oferecer contribuição para o aumento do legado referente aos elementos relacionados com os segmentos da automação pertinentes a utilização de informações do sistema GPS.

**Palavras Chave: Automatização - Automação - GPS - -**



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



## 1. INTRODUÇÃO

Os elementos relacionados aos segmentos da automação pertinentes a utilização de informações do *Global Positioning System* - GPS (FIGUEIRÊDO, 2005), Sistema de Posicionamento Global, SPG - estão atualmente em voga, haja vista aplicações voltadas para setores como: controle de acessos de veículos; expedição, recebimento, movimentação e armazenamento de materiais e produtos; abastecimento de linhas de produção como as relacionadas ao *Just-in-time* (TMC, 2014); transporte de pessoas; transporte de animais; manutenção de veículos.

Dentre essas aplicações há aquelas que empregam recursos para a localização de veículos automotores e seres vivos na abrangência de áreas territoriais relacionadas a unidades industriais, tanto para o desenvolvimento de produtos, quanto para a integração em produtos existentes. Nesse sentido, este trabalho dispõe-se a oferecer contribuição para as pesquisas voltadas à esse tipo de aplicação, apresentando abordagem sobre recursos para localização de unidades móveis em trânsito relacionado com atividades industriais, sob cobertura do sistema GPS, com o propósito de aumentar o legado dos elementos relacionados aos segmentos da automação pertinentes a utilização de informações desse sistema de posicionamento. Para tanto, essa abordagem expõe a aplicação de elementos do “Modelo para Delimitação e Identificação de Áreas Geográficas em Superfícies Esféricas Centralizadas” - MoDIAGeoSEC (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014), no “Sistema para Localização de Unidades Móveis em Trânsito Relacionado com Atividades Industriais” - SLUMTRAI (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014).

## 2. OBJETIVOS DO TRABALHO

O principal objetivo deste trabalho consiste em expor recursos para a localização de unidades móveis na abrangência de áreas territoriais relacionadas a unidades industriais, sob cobertura do sistema de posicionamento global. No escopo dos propósitos desse objetivo, o conteúdo da abordagem deverá visar o aumento do legado dos elementos relacionados aos segmentos da automação pertinentes a utilização de informações do mencionado sistema de posicionamento.

## 3. ELEMENTOS DO MODELO MoDIAGeoSEC

Nas subseções a seguir, são apresentados os elementos em questão, conforme definido pelo modelo MoDIAGeoSEC, porém, restrito àqueles utilizados e configurados para aplicação neste trabalho. Entretanto, registra-se que o primeiro e o segundo autores deste trabalho são os idealizadores e os desenvolvedores do modelo MoDIAGeoSEC, incluindo-se os elementos utilizados e configurados para aplicação neste trabalho.

### 3.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES DEFINIDAS PELO MODELO MoDIAGeoSEC

Essas considerações preliminares são voltadas para integração de dados do padrão de protocolo NMEA, *National Marine Electronics Association* (NMEA, 2014), que é utilizado por diversos receptores GPS (ME, 2014).

**Valores angulares das longitudes.** Para esses valores ficam estabelecidas as seguintes considerações: a longitude é representada pela abreviação “Lo”; a Lo que estiver no hemisfério Oeste corresponderá à região negativa dada pelo conjunto  $\{Lo \in \mathbb{R} \mid -180^\circ < Lo < 0^\circ\}$ ; a Lo que estiver no hemisfério Leste corresponderá à região positiva dada pelo conjunto  $\{Lo \in \mathbb{R} \mid 0^\circ < Lo < +180^\circ\}$ ; a Lo que estiver no meridiano de Greenwich corresponderá ao valor  $0^\circ$ ; a Lo que estiver no antimeridiano de Greenwich, poderá corresponder aos valores de  $\pm 180^\circ$ . **Valores angulares das latitudes.** Para esses valores ficam estabelecidas as



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

XII SEGET  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



seguintes considerações: a latitude é representada pela abreviação “La”; a La que estiver no hemisfério Sul corresponderá à região negativa dada pelo conjunto  $\{La \in \mathbb{R} \mid -90^\circ < La < 0^\circ\}$ ; a La que estiver no hemisfério Norte corresponderá à região positiva dada pelo conjunto  $\{La \in \mathbb{R} \mid 0^\circ < La < +90^\circ\}$ ; a La que estiver no Equador corresponderá ao valor  $0^\circ$ ; a La que estiver no latitude do Polo Sul corresponderá ao valor  $-90^\circ$ ; a La que estiver no latitude do Polo Norte corresponderá ao valor  $+90^\circ$ . **Valores das altitudes em relação ao nível do mar.** Para esses valores ficam estabelecidas as seguintes considerações, para valores em metros: a altitude é representada pela abreviação “Al”; a Al que estiver acima do nível do Mar corresponderá a valores positivos dados pelo conjunto  $\{Al \in \mathbb{R} \mid 0 < Al < 999999\}$ ; a Al que estiver abaixo do nível do Mar corresponderá a valores negativos dados pelo conjunto  $\{Al \in \mathbb{R} \mid -99999 < Al < 0\}$ ; a Al que estiver no nível do Mar corresponderá ao valor 0.

**Informações geográficas a partir do receptor GPS.** Para a realização de determinadas operações o modelo MoDIAGeoSEC precisa obter as “Informações de Posicionamento” (InfoPosi) de um determinado ponto, as quais são compostas pela longitude  $Lo$ , latitude  $La$  e Altitude  $Al$ . Para tanto, no caso deste trabalho, será utilizada a configuração do modelo em questão que permite obter essas informações a partir de um receptor GPS que disponha, para as coordenadas geográficas, os hemisférios acompanhados dos valores angulares em notação sexagesimal, e, a altitude em metros, conforme exposto no que segue.

Relativamente ao módulo dos valores angulares da longitude  $Lo$ , é prevista a utilização do padrão  $G_2G_1G_0^\circ M_1M_0, M_{-1}M_{-2}M_{-3}M_{-4}'$ , no qual:  $G_2G_1G_0^\circ$ , são os dígitos do valor angular referente aos graus;  $M_1M_0, M_{-1}M_{-2}M_{-3}M_{-4}'$ , são os dígitos do valor angular referentes aos minutos. Relativamente ao módulo dos valores angulares da latitude  $La$ , é prevista forma análoga a utilizada para a longitude  $Lo$ , porém, com um dígito a menos para o valor angular dos graus, ficando:  $G_1G_0^\circ M_1M_0, M_{-1}M_{-2}M_{-3}M_{-4}'$ . O modelo MoDIAGeoSEC define a representação da longitude  $Lo$  oriunda do receptor GPS, por meio da sigla “Lo\_RGPS”, sendo seus valores, em graus, determinados conforme exposto no que segue. Se pertencer ao hemisfério Oeste:  $Lo\_RGPS[^\circ] = -G_2G_1G_0 - (M_1M_0, M_{-1}M_{-2}M_{-3}M_{-4}/60)$ . Se pertencer ao hemisfério Leste:  $Lo\_RGPS[^\circ] = +G_2G_1G_0 + (M_1M_0, M_{-1}M_{-2}M_{-3}M_{-4}/60)$ . O modelo em questão define a representação da latitude  $La$  oriunda do receptor GPS, por meio da sigla “La\_RGPS”, sendo seus valores, em graus, determinados conforme exposto no que segue. Se pertencer ao hemisfério Sul:  $La\_RGPS[^\circ] = -G_1G_0 - (M_1M_0, M_{-1}M_{-2}M_{-3}M_{-4}/60)$ . Se pertencer ao hemisfério Norte:  $La\_RGPS[^\circ] = +G_1G_0 + (M_1M_0, M_{-1}M_{-2}M_{-3}M_{-4}/60)$ .

Relativamente ao módulo dos valores da altitude  $Al$ , é prevista a utilização do padrão no qual os números estão no sistema decimal, com unidades em metros, sendo que: os positivos possuem cinco dígitos para a parte inteira e um para a parte fracionária, estando o sinal positivo implícito:  $A_4A_3A_2A_1A_0, A_{-1}$ ; os negativos possuem quatro dígitos para a parte inteira e um para a parte fracionária, estando o sinal negativo explícito à esquerda:  $-A_3A_2A_1A_0, A_{-1}$ . O modelo MoDIAGeoSEC define a representação da altitude  $Al$  oriunda do receptor GPS, por meio da sigla “Al\_RGPS”, sendo seus valores, em metros, determinados conforme exposto no que segue. Se for positiva:  $Al\_RGPS [m] = A_4A_3A_2A_1A_0, A_{-1}$ . Se for negativa  $Al\_RGPS [m] = -A_3A_2A_1A_0, A_{-1}$ .

### 3.2. LOCALIDADE

No modelo MoDIAGeoSEC cada “Localidade” (LOC) é definida por um ponto cujas informações InfoPosi são representadas por  $Lo\_P$ ,  $La\_P$  e  $Al\_P$ , tendo a seguinte notação para um ponto “P”:  $P(Lo\_P; La\_P; Al\_P)$ .



### 3.3. RAIOS TERRESTRE NA LOCALIDADE

Esse é o raio da Terra na localidade LOC, cujo valor é requerido para aplicação do modelo MoDIAGeoSEC. Neste trabalho o “Raio Terrestre na Localidade” (RTL) será determinado por meio da equação 1, exposta pelos *Geographic Information Systems* (GIS, 2014), na qual: “R” é o próprio RTL; “a” é o raio equatorial, utilizando-se o valor de 6.378,1 km, informado pelo *National Space Science Data Center* (NSSDC, 2014), que apresenta dados da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) agrupados no *Earth Fact Sheet* (NSSDC, 2014); “b” é o raio polar, utilizando-se o valor de 6.356,8 km, também informado pelo *National Space Science Data Center* (NSSDC, 2014), de forma análoga ao exposto para raio equatorial “a”; “φ” é a latitude para a qual se deseja determinar o raio RTL, que na aplicação deste trabalho corresponde a latitude da localidade LOC, La\_P.

$$R = \{ [(a^2 \cdot \cos^2 \varphi) + (b^2 \cdot \sin^2 \varphi)] / [(a \cdot \cos \varphi)^2 + (b \cdot \sin \varphi)^2] \}^{(1/2)} = \text{RTL} \quad (1)$$

### 3.4. ELEMENTOS BÁSICOS DE ÁREAS GEOGRÁFICAS EM SUPERFÍCIES ESFÉRICAS

A abordagem desses elementos envolve um sistema de eixos triortogonal cuja origem ( $x = 0$ ,  $y = 0$  e  $z = 0$ ) deve ser considerada como posicionada no centro da Terra.

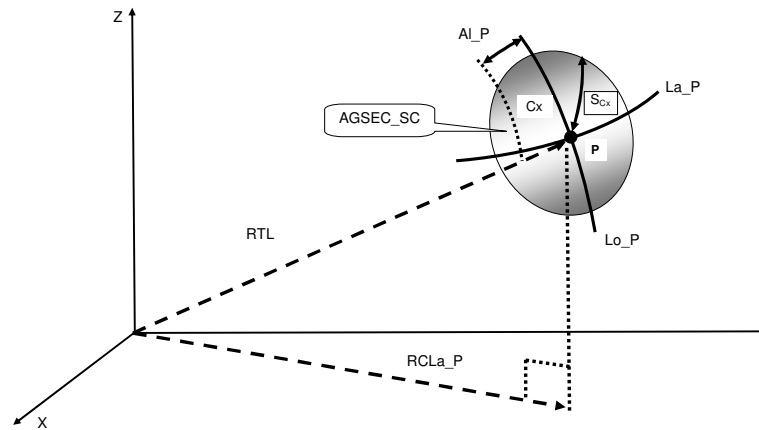
#### 3.4.1. MEDIDA DO ARCO ENTRE PONTOS DE ÁREA GEOGRÁFICA EM SUPERFÍCIE ESFÉRICA

A “Medida do Arco entre Pontos de Área Geográfica em Superfície Esférica” (MAEPAGESE) é requerida para aplicação do modelo MoDIAGeoSEC e diz respeito ao tipo de arco que pertence a superfície de uma esfera cuja origem está no centro da Terra, e interliga dois pontos cujas coordenadas geográficas são conhecidas. Neste trabalho a medida MAEPAGESE será determinada por meio da equação 2, que utiliza a Lei dos Cossenos para a Trigonometria Esférica, aplicada as coordenadas geográficas de longitude e latitude dos pontos envolvidos (MOREIRA, 2014). Nessa equação: “S<sub>C</sub>” [m] é a medida MAEPAGESE do arco que interliga dois pontos P<sub>2</sub> e P<sub>1</sub>; “φ<sub>2</sub>” [rd] é a latitude do ponto P<sub>2</sub>; “φ<sub>1</sub>” [rd] é a latitude do ponto P<sub>1</sub>; “Θ<sub>2</sub>” [rd] é a longitude do ponto P<sub>2</sub> [rd]; “Θ<sub>1</sub>” [rd] é a longitude do ponto P<sub>1</sub>; “RTL” [m] é o raio da Terra na localidade do ponto P<sub>2</sub>.

$$S_C = \text{RTL} \cdot \arccos [ \sin(\varphi_2) \cdot \sin(\varphi_1) + \cos(\varphi_2) \cdot \cos(\varphi_1) \cdot \cos(\Theta_2 - \Theta_1) ] \quad (2)$$

#### 3.4.2. ELEMENTOS DE ÁREA GEOGRÁFICA EM SUPERFÍCIE ESFÉRICA CENTRALIZADA DE SEÇÃO EM CALOTA

No modelo MoDIAGeoSEC cada “Área Geográfica em Superfície Esférica Centralizada” (AGSEC) é definida a partir de uma localidade LOC representada por um ponto P(Lo\_P; La\_P, Al\_P) que é o centro de formação dessa área. As áreas AGSEC podem ser de dois tipos designados por “AGSEC de Seção Quadrilateral” (AGSEC\_SQ) e “AGSEC de Seção em Calota” (AGSEC\_SC), sendo utilizada neste trabalho apenas a segunda que é apresentada a seguir, utilizando-se a Figura 1 que expõe seus elementos básicos (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014).



**Figura 1:** Esquemático com elementos da AGSEC\_SC (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014).

Os elementos expostos na Figura 1 são definidos (abreviações e descrições) pelo modelo MoDIAGeoSEC, devendo ser considerado que aqueles com as designações “Lo\_P”, “La\_P”, “Al\_P” e “RTL”, são os mesmos relativos a localidade LOC representada pelo ponto P. As configurações dos demais elementos, para aplicação neste trabalho, são apresentadas nos parágrafos a seguir.

“**RCLa\_P**”. É o “Raio da Circunferência para a Latitude no Ponto P”. Esse valor é determinado por meio da equação 3, na qual: RCLa\_P [m]; RTL [m]; La\_P [°]:

$$RCLa\_P = RTL \cdot \cos (La\_P) \quad (3)$$

“**Cx**”. É o termo para representação da área AGSEC\_SC de ordem “x” (podem haver mais áreas centralizadas em P), que define a respectiva seção em calota centrada no ponto P e pertencente a esfera de raio RTL.

“**S<sub>Cx</sub>**”. É o termo para representação de qualquer arco na área AGSEC\_SC de ordem “x”, que pertença ao respectivo plano que contém o raio RTL e corte a área AGSEC\_SC passando pelo ponto P.

### 3.4.3. INTERVALO ENTRE LIMITES DE ALTITUDES PARA A AGSEC\_SC

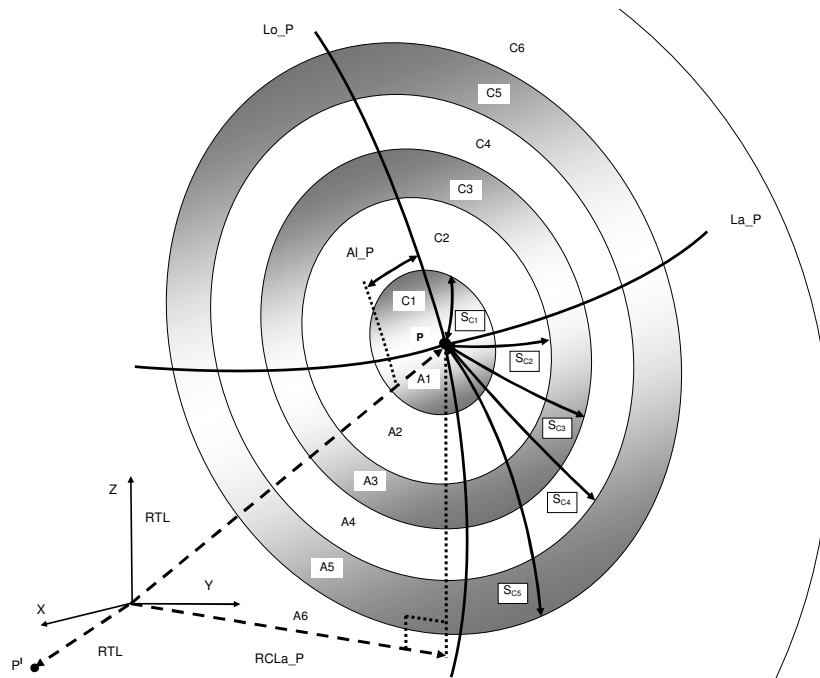
No modelo MoDIAGeoSEC, para cada área AGSEC\_SC associa-se um “Intervalo entre Limites de Altitudes para a AGSEC\_SC” (ILA\_AGSEC\_SC), que permite estabelecer um espaço entre superfícies planas paralelas a partir do ponto P, central da AGSEC\_SC. No citado modelo cada intervalo ILA\_AGSEC\_SC é representado na forma de conjunto, cuja nomenclatura concatena a abreviatura ILA\_AGSEC\_SC com o termo “Cx” da área AGSEC\_SC a qual está relacionado. Esse intervalo é obtido a partir de duas componentes designadas por “Componente do Limite Inferior de Altitude para a AGSEC\_SC” (CLIA\_AGSEC\_SC) e “Componente do Limite Superior de Altitude para a AGSEC\_SC” (CLSA\_AGSEC\_SC), cujas relações com a altitude do ponto P (Al\_P) são definidas pelo conjunto a seguir, que estabelece o correspondente intervalo em função da altitude “Al”. Nesse conjunto as abreviações relativas as citadas componentes também são concatenadas com os respectivos termos “Cx” (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014).  $ILA\_AGSEC\_SC\_Cx = \{Al \in \mathbb{R} \mid (Al\_P - CLIA\_AGSEC\_SC\_Cx) < Al \leq (Al\_P + CLSA\_AGSEC\_SC\_Cx)\}$ .

### 3.4.4. ELEMENTOS DA COMPOSIÇÃO DE ÁREAS AGSEC\_SC

No esquemático da Figura 2 são expostas seis áreas AGSEC\_SC conforme estabelecido pelo modelo MoDIAGeoSEC. Dessas, as representadas por C1, C2, C3, C4 e C5 estão centralizadas em P, e a representada por C6 em P’ que está na reta de diâmetro da esfera



de raio RTL, porém em posição oposta ao ponto P (P e P' equidistantes do centro da esfera com distâncias RTL).



**Figura 2:** Esquemático com representação de áreas AGSEC\_SC (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014).

A partir do exposto e conforme definido pelo modelo MoDIAGeoSEC, as áreas AGSEC\_SC podem ser classificadas em dois tipos (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014): “AGSEC\_SC de Proximidade da Localidade” (ASCPL); “AGSEC\_SC Complementar” (ASCCo). No caso desta aplicação: são áreas de proximidade ASCPL aquelas com os termos C1, C2, C3, C4 e C5, entretanto, registra-se que o modelo MoDIAGeoSEC permite a existência de outras quantidades de áreas ASCPL; é área complementar ASCCo, aquela com o termo C6. Os limites das ASCPL estão relacionados aos respectivos arcos  $S_{Cx}$  (x de 1 até 5), entretanto, a ASCCo compreende a área complementar da esfera, que não possui interseção com as ASCPL, respeitando-se os limites definidos na seção “3”. Ainda de forma relativa aos limites das ASCPL, informa-se que a maior delas deve ser definida em função do máximo valor do respectivo arco  $S_{Cx}$ , que deve respeitar a condição na qual o seno do ângulo entre raios RTL correspondentes a esse arco, seja aproximadamente o valor do próprio ângulo em radianos, ou seja, se  $\beta$  [rd] é o ângulo em questão:  $\text{sen}(\beta) \cong \beta$ . Nesse contexto, para cada área AGSEC\_SC corresponde uma “Região entre Limites de AGSEC\_SC” (REL\_AGSEC\_SC) cujo termo de representação é “Ax”, sendo “x” a ordem da respectiva AGSEC\_SC a qual está relacionada. Essas regiões são definidas por meio dos intervalos entre limites de AGSEC\_SC apresentados seguir, entretanto, no caso deste trabalho, a principal é a A1, que contém o ponto P, as intermediárias correspondem as identificadas pelos termos A2, A3, A4 e A5, sendo a A6 relativa a área complementar ASCCo. As de regiões de ordens um até cinco, são chamadas de proximidade e a de ordem 6 de complementar.

### 3.4.5. INTERVALOS ENTRE LIMITES DE AGSEC\_SC

No modelo MoDIAGeoSEC cada “Intervalo entre Limites de AGSEC\_SC” (InLi\_AGSEC\_SC) estabelece os arcos que formam as respectivas regiões REL\_AGSEC\_SC. Esse intervalo é representado na forma de conjunto cuja nomenclatura concatena a abreviatura InLi\_AGSEC\_SC com o termo “Ax” da região a qual está relacionado. No caso deste trabalho, essa representação é realizada em função do arco “S<sub>C</sub>”, dos arcos  $S_{C1}$ ,  $S_{C2}$ ,  $S_{C3}$ ,  $S_{C4}$  e  $S_{C5}$ , bem como, do raio RTL. Assim sendo, para as regiões aplicadas neste trabalho, ocorrem



os seguintes intervalos para os arcos [m] e o raio RTL [m] (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014).  
 $InLi\_AGSEC\_SC\_A1 = \{S_C \in \mathbb{R} \mid 0 \leq S_C \leq S_{C1}\}$ .  $InLi\_ASCPL\_SC\_A2 = \{S_C \in \mathbb{R} \mid S_{C1} < S_C \leq S_{C2}\}$ .  
 $InLi\_ASCPL\_SC\_A3 = \{S_C \in \mathbb{R} \mid S_{C2} < S_C \leq S_{C3}\}$ .  $InLi\_ASCPL\_SC\_A4 = \{S_C \in \mathbb{R} \mid S_{C3} < S_C \leq S_{C4}\}$ .  
 $InLi\_ASCPL\_SC\_A5 = \{S_C \in \mathbb{R} \mid S_{C4} < S_C \leq S_{C5}\}$ .  $InLi\_ASCPL\_SC\_A6 = \{S_C \in \mathbb{R} \mid S_{C5} < S_C < (2 \pi RTL - S_{C5})\}$ .

### 3.4.6. PROCEDIMENTO DE LOCALIZAÇÃO DE UNIDADE MÓVEL EM RELAÇÃO A ÁREAS AGESEC\_SC E OS RESPECTIVOS INTERVALOS ILA\_AGSEC\_SC

Para identificar a localização de uma “Unidade Móvel” (UMOV), que pode ser veículo ou ser vivo, em relação as áreas AGSEC\_SC e os respectivos intervalos entre limites de altitudes ILA\_AGSEC\_SC, essa unidade deve, inicialmente, ser associada a um ponto  $P_{UMOV}$  em sua estrutura física. Para esse ponto é necessário conhecer suas informações InfoPosi, que, no caso deste trabalho, são obtidas a partir de um receptor GPS, ou seja, para esse ponto a representação é:  $P_{UMOV}(Lo\_RGPS, La\_RGPS, Al\_RGPS)$ . Considerando as InfoPosi do  $P_{UMOV}$ , o modelo MoDIAGeoSEC definiu o “Procedimento de Localização de UMOV em Relação as AGSEC\_SC e os Respectivos Intervalos ILA\_AGSEC\_SC” (PL\_UMOV\_AGSEC\_SC\_RII) cuja representação é realizada por meio de fluxograma analítico exposto na Figura 3. Nesse procedimento é necessário determinar a medida do arco entre o ponto P (das AGSEC\_SC) e  $P_{UMOV}$ , sendo para tanto, no caso deste trabalho, utilizada a equação 2, para a qual  $P = P2$  e  $P_{UMOV} = P1$  (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014).

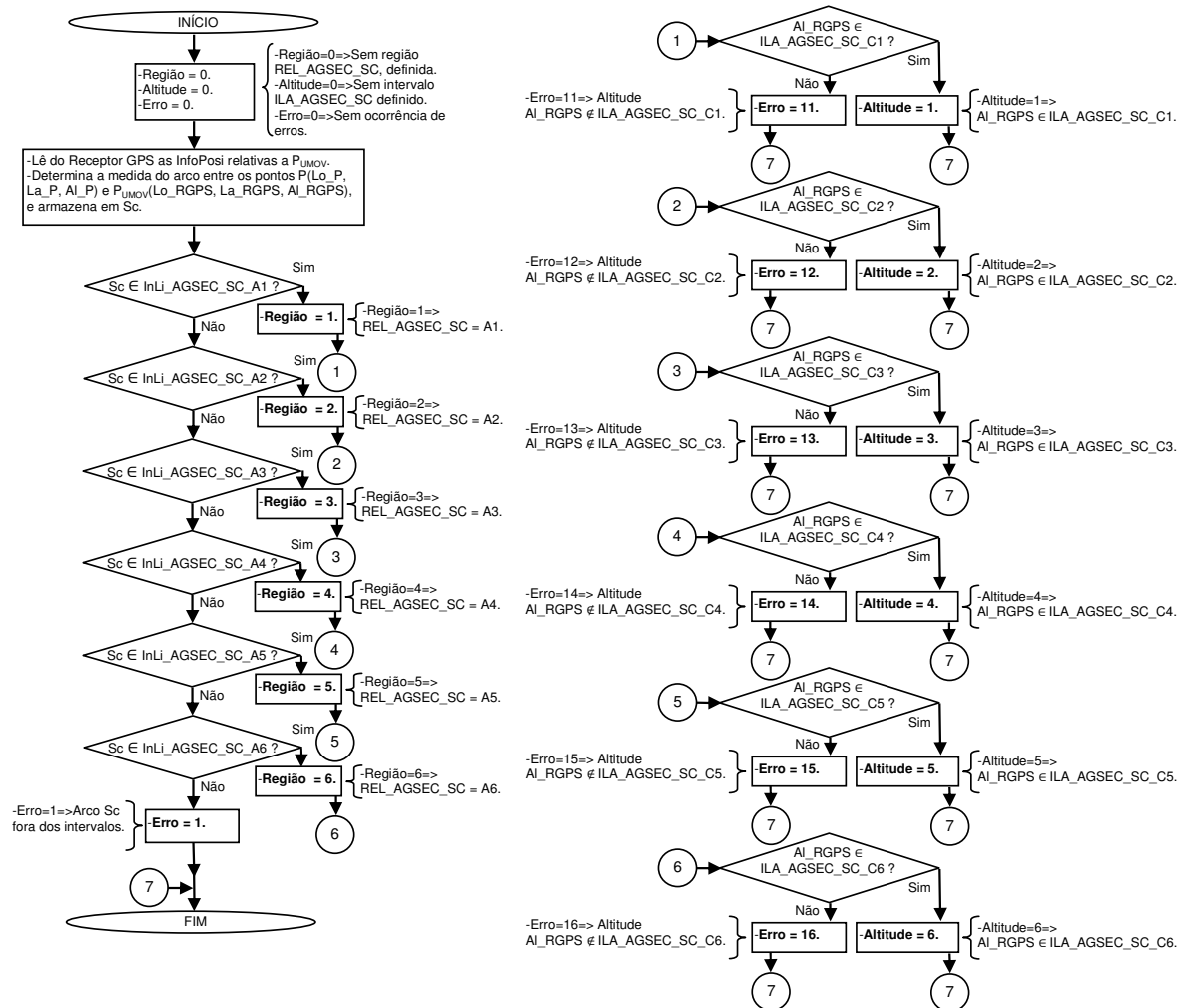


Figura 3: Fluxograma Analítico do PL\_UMOV\_AGSEC\_SC\_RII (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014).





Ao final da execução desse fluxograma, se a variável Erro for igual a zero: o conteúdo da variável “Região” indexa a ordem da região entre limites REL\_AGSEC\_SC, a qual pertence  $P_{UMOV}$ ; o conteúdo da variável “Altitude” indexa a ordem do intervalo entre limites de altitude ILA\_AGSEC\_SC, ao qual pertence  $P_{UMOV}$ .

#### 4. LOCALIZAÇÃO DE UNIDADES MÓVEIS EM TRÂNSITO RELACIONADO COM ATIVIDADES INDUSTRIAIS

Para essa localização são aplicados elementos do modelo MoDIAGeoSEC no sistema SLUMTRAI cuja arquitetura de aplicação é apresentada na Figura 4. Entretanto, registra-se que o primeiro e o segundo autores deste trabalho são os idealizadores e os desenvolvedores do SLUMTRAI, incluindo-se os elementos utilizados e configurados para aplicação neste trabalho.

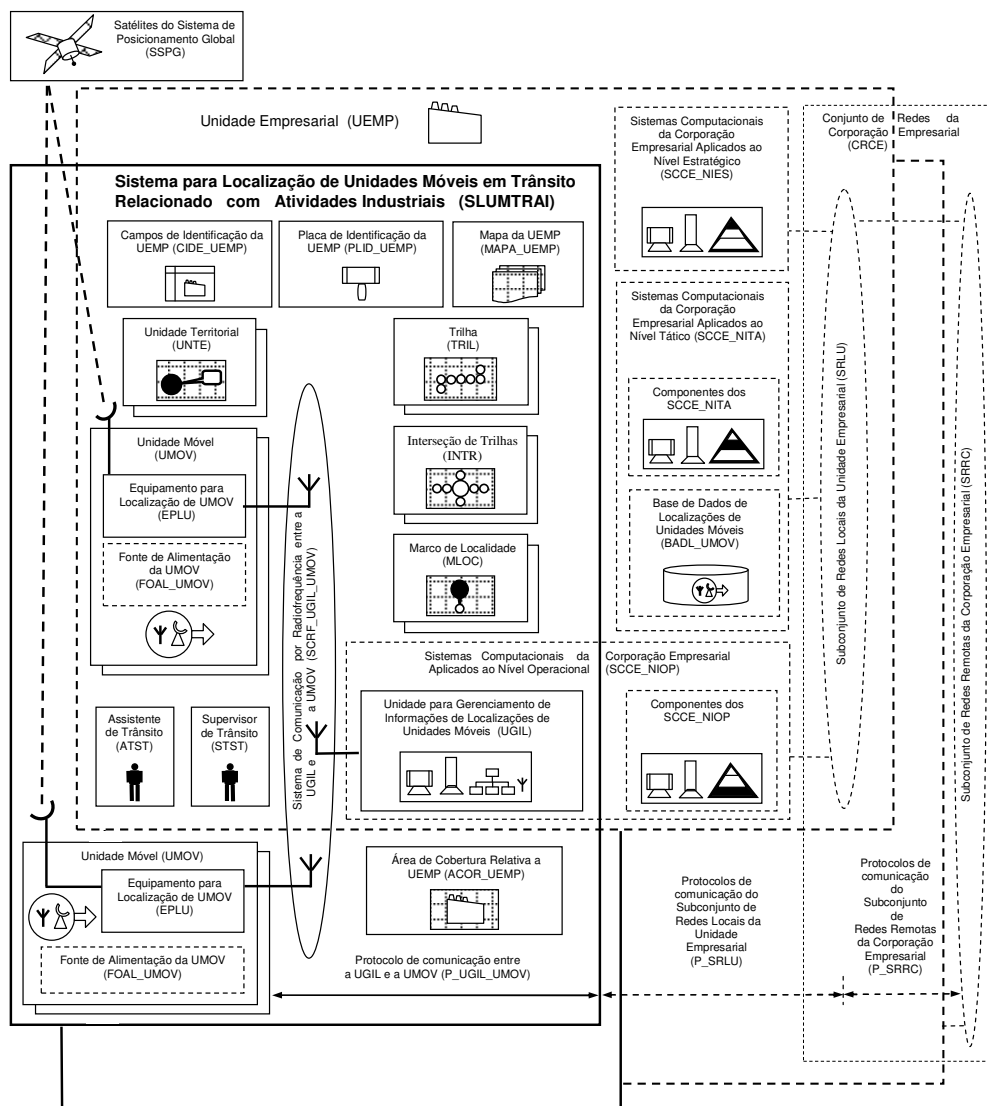


Figura 4: Arquitetura de Aplicação para o Sistema SLUMTRAI (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014).

No sistema SLUMTRAI cada unidade empresarial UEMP de uma corporação é mapeada, sendo os dados armazenados na base de dados BADL\_UMOV. Nessa são cadastrados os dados dos “Elementos de Mapeamento” (EMAP) compreendidos (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014): pelas unidades territoriais UNTE (exemplos: terreno; complexo de prédios; prédio; portaria; pátio; cercado), as trilhas TRIL (exemplos: ruas; avenidas; vielas),



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPOSIUM DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



as interseções INTR (exemplos: rotatória; cruzamento) e os marcos de localidade MLOC que possuem elementos físicos para sinalização de demarcação das respectivas localidades LOC (exemplo: poste com placa) nas quais estão localizados.

Para o citado mapeamento, no caso deste trabalho, são registradas localidades LOC nas quais cada ponto central possui uma área de proximidade ASCPL (C1) e uma complementar ASCCo (C2). Para cada elemento de mapeamento EMAP, exceto a trilha TRIL, associa-se única localidade LOC do tipo em questão, cujo arco  $S_{C1}$  (da ASCPL) deve ser de tal medida que permita a abrangência adequada da área geográfica relacionada ao respectivo elemento de mapeamento. Para essa adequação considera-se, preliminarmente, que ao final da execução do procedimento PL\_UMOV\_AGSEC\_SC\_RII, ocorra a situação na qual a variável “Erro” indique zero, a variável “Região” indique um, e conseqüentemente a variável “Altitude” indique um. Sob essa condição, a medida adotada para o arco  $S_{C1}$  deve permitir que um ponto  $P_{UMOV}$  sobre a região A1 tenha projeção na direção do raio RTL, sobre a área geográfica relacionada ao respectivo elemento de mapeamento EMAP, dentro do intervalo entre limites de altitudes ILA\_AGSEC\_SC\_C1 (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014).

No caso da trilha TRIL ocorre mapeamento de forma semelhante a citada anteriormente, porém, são associadas várias localidades LOC ao longo da trilha (nos centros de suas seções transversais), com espaçamento longitudinal adequado à execução do procedimento PL\_UMOV\_AGSEC\_SC\_RII, no que tange a correspondência da projeção do ponto  $P_{UMOV}$  conforme citado anteriormente. A identificação da localização da unidade móvel UMOV em relação ao mapeamento citado anteriormente, envolve as seguintes etapas, as quais são realizadas de forma automatizada (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014):

1) Aquisição das informações InfoPosi do receptor GPS (Lo\_RGPS, LA\_RGPS, AI\_RGPS), relativas ao ponto  $P_{UMOV}$ . Nessa etapa a unidade móvel UMOV transmite as InfoPosi para a unidade de gerenciamento UGIL.

2) Identificação na base de dados BADL\_UMOV, da localidade LOC mais próxima do ponto  $P_{UMOV}$ , por meio de cálculos das medidas de arcos (equação 2) entre o ponto  $P_{UMOV}$  e os pontos P de cada localidade mapeada. Essa identificação é realizada pela unidade de gerenciamento UGIL.

3) Execução do procedimento PL\_UMOV\_AGSEC\_SC\_RII, para determinar se o ponto  $P_{UMOV}$ , relativamente as regiões REL\_AGSEC\_SC pertinentes o ponto P identificado na etapa “2”, é pertinente a região A1 (relativa a área de proximidade) ou a região A2 (relativa a área complementar), bem como, para determinar se o ponto  $P_{UMOV}$  é pertinente ao intervalo entre limites de altitudes ILA\_AGSEC\_SC, relativo a respectiva região REL\_AGSEC\_SC a qual pertence. Essa etapa é realizada pela unidade de gerenciamento UGIL, que permite a visualização do mapa da UEMP (MAPA\_UEMP) em sua Interface Homem-Máquina (IHM), com indicação do ponto  $P_{UMOV}$  nesse mapa. A unidade UGIL também armazena informações relativas as localizações das UMOV na base de dados BAD\_UMOV, dispondo essas em meios computacionais para utilização por outros sistemas.

## 5. TESTES PRÁTICOS

Os testes apresentados a seguir, são referentes a validação dos princípios de funcionamento dos elementos do modelo MoDIAGeoSEC apresentados na seção “3” anterior, que são aplicados na base de funcionalidades proporcionadas pelo sistema SLUMTRAI. Para tanto, modificou-se um protótipo (SALGADO, 2014) relativo ao projeto conceitual de um equipamento designado por “Indicador de Mensagem por Área Geográfica” - IMAG (BIZARRIA & BIZARRIA, 2014). Esse equipamento é portátil, voltado para utilização em veículos automotores, e, após a citada modificação passou a operar de forma a obter as



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPOSIUM DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



respectivas InfoPosi de um receptor GPS (ponto  $P_{UMOV}$ ) e executar o procedimento PL\_UMOV\_AGSEC\_SC\_RII sobre seis áreas AGSEC\_SC conforme exposto no fluxograma da Figura 3, indicando em sua IHM uma mensagem correspondente a região REL\_AGSEC\_SC a qual pertence, desde que, também seja pertinente ao respectivo intervalo entre limites de altitudes ILA\_AGSEC\_SC, associado a essa região. Caso não seja pertinente a esse intervalo ILA\_AGSEC\_SC, deverá ser exibida a mensagem “Erro = ” e o valor do conteúdo da variável “Erro” conforme exposto na Figura 3.

Para o protótipo do IMAG definiu-se os valores operacionais no que segue. InfoPosi do ponto P:  $Lo_P = -45,56519667^\circ$ ;  $La_P = -22,95343056^\circ$ ;  $Al_P = 541,7m$ . Valores para os arcos para das AGSEC\_SC de proximidade:  $S_{C1} = 25m$ ;  $S_{C2} = 45m$ ;  $S_{C3} = 200m$ ;  $S_{C4} = 400m$ ;  $S_{C5} = 800m$ . Para todas as áreas AGSEC\_SC utilizou-se único intervalo entre limites de altitudes ILA\_AGSEC\_SC, cujas componentes inferior e superior são:  $CLIA_{AGSEC\_SC} = 400m$ ;  $CLSA_{AGSEC\_SC} = 800m$ . As mensagens correspondentes as regiões REL\_AGSEC\_SC possuem o texto “Região: ”, seguido do respectivo termo “Ax” que define a região na qual o ponto  $P_{UMOV}$  tem pertinência de localização.

Os testes foram realizados com um veículo CRUZE, da marca Chevrolet (CHEVROLET, 2014), no qual foi instalado o IMAG, sendo realizadas trajetórias retilíneas, de maneira a cruzar as regiões A1, A2, A3, A4 e A5, chegando até a região A6. O equipamento IMAG funcionou conforme previsto no projeto, sendo que os testes apresentaram resultados satisfatórios, validando os princípios de funcionamento dos elementos relativos a seção “3”. Na Figura 5 é apresentada imagem do protótipo utilizado, no qual destacam-se os seguintes componentes: Unidade Programável de Propósito Geral (UPPG), que foi equipada com um microcomputador Raspberry Pi Modelo B (RASPBERRYPI, 2014); *Software* do IMAG (SW\_IMAG), para o qual utilizou-se uma versão desenvolvida em linguagem Python (PYTHON, 2014); Mostrador da IHM (MO\_IHM), que foi equipado com um aparelho portátil do modelo DVT-T6000 (7”), da marca Tectoy (TECTOY, 2008); Receptor GPS (R\_GPS), para o qual utilizou-se um módulo do modelo ME-1000RW, da marca ME Componentes e Equipamentos Eletrônicos (ME, 2014).



**Figura 5:** Protótipo do IMAG instalado no veículo.

## 6. CONCLUSÕES

A abordagem realizada neste trabalho permitiu expor recursos para a localização de unidades móveis (veículos automotores e seres vivos) na abrangência de áreas territoriais relacionadas a unidades industriais, sob cobertura do sistema de posicionamento global,



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



explorando-se a aplicação dos elementos de um modelo para delimitação e identificação de áreas geográficas em superfícies esféricas centralizadas, num determinado sistema para localização de unidades móveis em trânsito relacionado com atividades industriais, sob a cobertura do citado sistema de posicionamento.

Os testes práticos validaram os princípios de funcionamento dos elementos que compõem a base das funcionalidades proporcionadas pelo mencionado sistema para localização de veículos automotores e seres vivos, haja vista os resultados satisfatórios obtidos nesses testes. Nesse contexto, um equipamento portátil foi instalado em um automóvel, operando de forma a obter as respectivas informações de posicionamento (longitude, latitude e altitude) de um receptor GPS, para executar um procedimento que identifica sua localização em relação a seis regiões geográficas, sendo indicada em sua interface homem-máquina uma mensagem correspondente à cada uma dessas regiões, dentro de um intervalo de altitudes predeterminado.

Os objetivos propostos foram atingidos, tendo em vista a abordagem realizada e os resultados dos testes práticos, permitindo oferecer contribuição para o aumento do legado referente aos elementos relacionados com os segmentos da automação pertinentes a utilização de informações do sistema de posicionamento global.

## 7. REFERÊNCIAS

**BIZARRIA, J. W. P. & BIZARRIA, F. C. P.** Modelo para Delimitação e Identificação de Áreas Geográficas em Superfícies Esféricas Centralizadas (MoDIAGeoSEC) e Sistema para Localização de Unidades Móveis em Trânsito Relacionado com Atividades Industriais (SLUMTRAI), 2014. Arquivo do padrão Microsoft Word Compatível com as versões 97-2003. Acesso em: 10/04/2014.

**CHEVROLET, Chevrolet.** Internet Page. Disponível em: <<http://www.chevrolet.com.br/>>. Acesso em: 01/11/2014.

**FIGUEIRÊDO, D. C.** Curso Básico de GPS. Disponível em: <[www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Topo/leb450/Angulo/Curso\\_GPS.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Topo/leb450/Angulo/Curso_GPS.pdf)>. Acesso em: 03/02/2014, 2005.

**GIS, Geographic Information Systems.** Formula for Earth radius at any given latitude. Disponível em: <<http://gis.stackexchange.com/questions/20200/how-do-you-compute-the-earths-radius-at-a-given-geodeticlatitude>>. Acesso em: 15/04/2014.

**ME, ME Componentes e Equipamentos Eletrônicos Ltda©.** Internet Page. Disponível em: <<http://www.mecomp.com.br/me1000rw.html>>. Acesso em: 22/03/2014.

**MOREIRA, J. L. K.** Internet Page. Disponível em: <<http://staff.on.br/jlkm/geopath/>>. Acesso em: 02/02/2014.

**NMEA, National Marine Electronics Association.** Internet Page. Disponível em: <<http://www.nmea.org/>> Acesso em: 15/02/2014.

**NSSDC, National Space Science Data Center.** NASAs Archive for space science mission data. Earth Fact Sheet. Disponível em: <<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/earthfact.html>>. Acesso em: 20/04/2014.

**PYTHON, python™.** Internet Page. Disponível em: <<https://www.python.org/>> Acesso em: 27/04/2014.

**RASPBERRYPI, Raspberry Pi Foundation.** Internet Page. Disponível em: <<http://www.raspberrypi.org/>>. Acesso em: 12/03/2014.

**SALGADO, M. S.** Estudo sobre unidade programável de propósito geral voltado para automação. Trabalho de Graduação Interdisciplinar (Graduação em Engenharia de Computação) –Universidade de Taubaté, Taubaté, 2014.

**TECTOY, TECTOY S.A.** DVT - 6000: MANUAL DE INSTRUÇÕES. São Paulo, 2008.

**TMC, Toyota Motor Corporation.** Internet Page. Disponível em: <<http://www.toyota-global.com/company>>. Acesso em: 23/02/2014.